

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Hajime AMANO et al.

Application No.: 09/818,565

Filed: March 28, 2001

Docket No.: 109102

For: METHOD OF MANUFACTURING SPIN VALVE FILM



CLAIM FOR PRIORITY

Director of the U.S. Patent and Trademark Office
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2000-092546, filed March 29, 2000

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

 x is filed herewith.

 was filed on in Parent Application No. filed .

 will be filed at a later date.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

James A. Oliff
Registration No. 27,075

Thomas J. Pardini
Registration No. 30,411

JAO:TJP/cln

Date: September 7, 2001

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

**DEPOSIT ACCOUNT USE
AUTHORIZATION**
Please grant any extension
necessary for entry;
Charge any fee due to our
Deposit Account No. 15-0461



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 3月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-092546

出 願 人

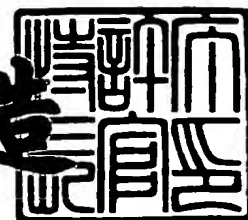
Applicant(s):

ティーディーケイ株式会社

2001年 6月29日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3061406

【書類名】 特許願

【整理番号】 P01242

【提出日】 平成12年 3月29日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 G11B 5/31
G11B 5/39

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

【氏名】 天野 一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

【氏名】 竹堤 宏明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

【氏名】 佐々木 徹郎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

【氏名】 佐藤 順一

【特許出願人】

【識別番号】 000003067

【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100081606

【弁理士】

【氏名又は名称】 阿部 美次郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014513

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スピンバルブ膜の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 スピンバルブ膜の製造方法であって、

前記スピンバルブ膜は、下地膜、第 1 の強磁性膜、導電膜及び第 2 の強磁性膜を含む積層膜であり、

前記スピンバルブ膜を成膜する工程は、前後する 2 つの成膜プロセスのうち、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、成膜プロセスを、少なくとも 1 回、所定時間中断する工程を含む
スピンバルブ膜の製造方法。

【請求項 2】 スピンバルブ膜の製造方法であって、

前記スピンバルブ膜は、下地膜、第 1 の強磁性膜、導電膜及び第 2 の強磁性膜を含む積層膜であり、

前記スピンバルブ膜を成膜する工程は、前後する 2 つの成膜プロセスのうち、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、少なくとも 1 回、成膜を伴わないプラズマ中に曝す工程を含む
スピンバルブ膜の製造方法。

【請求項 3】 スピンバルブ膜の製造方法であって、

前記スピンバルブ膜は、下地膜、第 1 の強磁性膜、導電膜及び第 2 の強磁性膜を含む積層膜であり、

前記スピンバルブ膜を成膜する工程は、前後する 2 つの成膜プロセスのうち、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、成膜用真空チャンバよりも低い真空度の別真空チャンバ内に入れる工程を含む
スピンバルブ膜の製造方法。

【請求項 4】 スピンバルブ膜の製造方法であって、

前記スピンバルブ膜は、下地膜、第 1 の強磁性膜、導電膜及び第 2 の強磁性膜を含む積層膜であり、

前記スピンバルブ膜を成膜する工程は、前後する成膜プロセスのうち、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、成膜用真空チャンバ

よりも H_2O 濃度または O_2 濃度の高い別真空チャンバ内に入れる工程を含む
スピバルブ膜の製造方法。

【請求項 5】 スピバルブ膜の製造方法であって、

前記スピバルブ膜は、下地膜、第 1 の強磁性膜、導電膜及び第 2 の強磁性膜
を含む積層膜であり、

前記スピバルブ膜を成膜する工程は、前後する 2 つの成膜プロセスのうち、
先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、 H_2O または
 O_2 が 1 p p m 以上含まれるガスにより表面処理を行う工程を含む
スピバルブ膜の製造方法。

【請求項 6】 スピバルブ膜の製造方法であって、

前記スピバルブ膜は、下地膜、第 1 の強磁性膜、導電膜及び第 2 の強磁性膜
を含む積層膜であり、

前記スピバルブ膜を成膜する工程は、前後する 2 つの成膜プロセスのうち、
先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、プロセスガス
を流しながら、所定時間放置する工程を含む
スピバルブ膜の製造方法。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 6 の何れかに記載された製造方法であって、

前記第 1 の強磁性膜は、外部磁界に応答するフリー層であり、前記下地膜に隣
接しており、

前記第 2 の強磁性膜は、磁化方向が固定されたピンド層であり、前記第 1 の強
磁性膜とともに前記導電膜をサンドイッチする
スピバルブ膜の製造方法。

【請求項 8】 請求項 1 乃至 6 の何れかに記載された製造方法であって、

前記第 1 の強磁性膜は、外部磁界に応答するフリー層であり、

前記第 2 の強磁性膜は、磁化方向が固定されたピンド層であり、前記第 1 の強
磁性膜よりは、前記下地膜側に位置し、前記第 1 の強磁性膜とともに前記導電膜
をサンドイッチする
スピバルブ膜の製造方法。

【請求項 9】 スピバルブ膜を有する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって

前記スピバルブ膜は、請求項 1 乃至 8 の何れかに記載された方法によって製造される

薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はスピバルブ膜の製造方法及び薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

磁気ディスクドライブ装置が小型化される傾向の中で、磁気抵抗効果を利用した磁気抵抗センサを用いた薄膜磁気ヘッドは、出力が磁気ディスクとの間の相対速度に関係しないため、高記録密度で磁気記録媒体に記憶されている情報を読み取るのに適した磁気変換器として従来より知られている。

【0003】

読み出し素子としては、パーマロイ等による異方性磁気抵抗効果膜（以下 AMR 膜と称する）を利用したものが一般的であったが、最近は、巨大磁気抵抗(giant magnetoresistive、以下 GMR と称する) 効果膜を用いたもの、特に、スピバルブ膜が主流になっている。スピバルブ膜を用いた磁気抵抗センサは、特開平4-358310号公報及びIEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL.30, No.6, NOVEMBER 1994に記載されている。スピバルブ膜は、下地膜と、第1の強磁性膜と、導電膜と、第2の強磁性膜とを含む。

【0004】

導電膜は第1の強磁性膜及び第2の強磁性膜によってサンドイッチされており、第1の強磁性膜及び第2の強磁性膜の一方は、外部磁界に応答するフリー層として用いられ、他方は磁化方向が固定されたピンド層として用いられる。

【0005】

第1の強磁性膜がフリー層として用いられた場合は、第2の強磁性膜はピンド層となる。第1の強磁性膜がピンド層として用いられた場合は、第2の強磁性膜

がフリー層となる。第1の強磁性膜及び第2の強磁性膜は、フリー層として用いられる場合は、例えば、NiFe膜及びCoFe膜の積層膜として構成され、ピンド層として用いられる場合は、例えば、Co膜またはCoFe膜として構成される。ピンド層は、第1の強磁性膜または第2の強磁性膜に、反強磁性膜を隣接させ、強磁性膜と反強磁性膜との交換結合により、一方に磁化（ピン止め）することによって構成される。

【0006】

下地膜は高い磁気抵抗効果変化率（以下MR変化率と称する）を確保できること、強磁性膜への拡散が少ないこと、及び、耐食性に優れていること等の観点に従って選択された材質によって構成される。

【0007】

外部磁界が印加された場合、フリー層の磁化方向が外部磁界の強さに応じて回転する。スピバルブ膜の抵抗値は、ピンド層の磁化方向に対するフリー層の磁化方向の角度によって定まる。スピバルブ膜の抵抗値は、フリー層の磁化方向が、ピンド層の磁化方向に対して逆方向のとき、最大となり、同一の方向のときに最小になる。この抵抗値の変化から外部磁界を検出する。

【0008】

上述したスピバルブ膜を成膜する場合、従来は、スパッタ成膜用真空チャンバ内に基板を導入し、成膜用真空チャンバ内において、ターゲットを変えながら、連続的にスパッタ成膜していた。

【0009】

この連続成膜法によれば、スピバルブ膜の異方性磁界 H_k が高く、品質の高い成膜が可能である。スピバルブ膜において、フリー層の生じる異方性磁界は、ピンド層に生じる磁界の影響を受ける。本発明において、スピバルブ膜の異方性磁界 H_k とは、ピンド層による磁気的影響を受けたフリー層の異方性磁界をいう。

【0010】

上述したスピバルブ膜の重要な用途は、薄膜磁気ヘッドにおける読み取り素子である。スピバルブ膜を読み取り素子として用いた薄膜磁気ヘッドでは、読

み取り信号出力の増大のために、種々の手段が提案され、実用に供されている。

【 0 0 1 1 】

しかしながら、スピバルブ膜を上述した連続成膜工程によって製造した場合、読み取り信号出力の増大に限界があった。

【 0 0 1 2 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、薄膜磁気ヘッドの読み取り素子として用いた場合に、高い読み取り信号出力を得ることができるスピバルブ膜の製造方法を提供することである。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

上述した課題解決のため、本発明に係る製造方法は、スピバルブ膜を成膜する工程において、前後する2つの成膜プロセスのうち、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、成膜プロセスを、少なくとも1回、所定時間中断する工程を含む。

【 0 0 1 4 】

上記製造方法によれば、スピバルブ膜の異方性磁界 H_k が、従来の連続成膜法によって得られる異方性磁界 H_k と比較して低くなる。スピバルブ膜の異方性磁界 H_k が低くなると、当該スピバルブ膜を、例えば、薄膜磁気ヘッドの読み取り素子として用いた場合、読み取り信号が大きくなることが解った。

【 0 0 1 5 】

別の方法として、スピバルブ膜を成膜する工程は、前後する2つの成膜プロセスのうち、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、少なくとも1回、成膜を伴わないプラズマ中に曝す工程を含んでいてもよい。この方法によれば、非常に短い処理時間で、スピバルブ膜の異方性磁界を、必要なレベルまで低下させることができる。

【 0 0 1 6 】

処理時間の短縮に有効な方法としては、上述した方法の他、次ような方法がある。

(a) スピンバルブ膜を成膜する工程において、前後する 2 つの成膜プロセスのうち、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、成膜用真空チャンバよりも低い真空度の別真空チャンバ内に入れる。

(b) スピンバルブ膜を成膜する工程において、前後する成膜プロセスのうち、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、成膜用真空チャンバよりも H_2O 濃度または O_2 濃度の高い別真空チャンバ内に入れる。

(c) スピンバルブ膜を成膜する工程において、前後する 2 つの成膜プロセスのうち、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、 H_2O または O_2 が 1 p p m 以上含まれるガスにより表面処理を行う。

(d) スピンバルブ膜を成膜する工程において、前後する 2 つの成膜プロセスのうち、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、プロセスガスを流しながら、所定時間放置する。

【 0 0 1 7 】

本発明の適用されるスピンバルブ膜は、フリー層となる記第 1 の強磁性膜が前記下地膜に隣接する場合と、ピンド層となる第 2 の磁性膜が前記第 1 の強磁性膜よりは、前記下地膜側に位置する場合の 2 つの態様を含む。

【 0 0 1 8 】

スピンバルブ膜の重要な用途は、薄膜磁気ヘッドの読み取り素子である。本発明は、薄膜磁気ヘッドにおいて、前記スピンバルブ膜を製造する場合に適用される。薄膜磁気ヘッドは、スピンバルブ膜による読み取り素子と共に、書き込み素子を有する。書き込み素子は、面内記録用素子及び垂直記録用素子の何れであってもよい。

【 0 0 1 9 】

本発明の他の目的、構成及び効果は、添付図面を参照して、更に詳しく説明する。図面は単なる例示に過ぎない。

【 0 0 2 0 】

【発明の実施の形態】

図 1 は本発明に係る製造方法が適用されるスピンバルブ膜の構造を模式的に示す断面図である。図示されたスピンバルブ膜 1 は、下地膜 1 2 6 と、第 1 の強磁

性膜 1 2 0、1 2 1 と、導電膜 1 2 2 と、第 2 の強磁性膜 1 2 3 と、反強磁性膜 1 2 4 と、保護膜 1 2 5 とを含む積層膜である。下地膜 1 2 6 は非磁性基板 3 の上に付着され、最下層膜を構成している。

【0 0 2 1】

第 1 の強磁性膜 1 2 0、1 2 1 は、一面が下地膜 1 2 6 の一面に隣接（付着）している。第 1 の強磁性膜 1 2 0、1 2 1 は、この実施例では、外部磁界に応答するフリー層であり、強磁性膜 1 2 0 と、強磁性膜 1 2 1 とを積層した 2 層膜構造となっている。このような積層膜の他、単層膜構造、または、2 層以上の多層膜構造を採用することもできる。図 1 を参照した説明において、強磁性膜 1 2 0 を第 1 のフリー層 1 2 0 と称し、強磁性膜 1 2 1 を第 2 のフリー層 1 2 1 と称することとする。また、第 1 のフリー層 1 2 0 及び第 2 のフリー層 1 2 1 の積層膜を、フリー層 1 2 0、1 2 1 と称することとする。第 1 のフリー層 1 2 0 としては、例えば、NiFe 膜を用いることができ、第 2 のフリー層 1 2 1 としては、例えば、Co 膜、CoFe 膜を用いることができる。

【0 0 2 2】

導電膜 1 2 2 は、一面側が第 2 のフリー層 1 2 1 の一面に隣接している。導電膜 1 2 2 は、例えば、Cu 膜によって構成される。

【0 0 2 3】

第 2 の強磁性膜 1 2 3 は、一面が導電膜 1 2 2 の他面に隣接している。第 2 の強磁性膜 1 2 3 は、例えば、Co 膜または CoFe 膜等によって構成される。

【0 0 2 4】

第 2 の強磁性膜 1 2 3 は反強磁性膜 1 2 4 と積層されて交換結合し、交換結合により、一方向に磁化されている。この磁化方向は固定されている。図 1 を参照した説明において、第 2 の強磁性膜 1 2 3 はピンド層 1 2 3 と称することとする。ピンド層 1 2 3 は、これまで提案された各種材料を用いて構成することができる。

【0 0 2 5】

反強磁性膜 1 2 4 は、これまで提案された各種の材料を用いることができる。反強磁性膜 1 2 4 の具体例としては、PtMn、NiMn、RuRh、Mn、I

rMnを主成分とするものを挙げることができる。反強磁性膜124は、Ru、Rh、Pd、Au、Ag、Fe及びCrの群から選択された少なくとも一種を含有していてもよい。反強磁性膜124がPtMn膜でなる場合において、ピンド層123の好ましい一例はCoFe膜である。反強磁性膜124の上側には保護膜125が備えられている。

【0026】

更に、スピバルブ膜1の両側面には、フリー層120、121に縦方向磁気バイアスを加える磁区制御膜23、24が備えられている。磁区制御膜23、24はマグネットでもよいし、あるいは、反強磁性膜によって構成し、この反強磁性膜とフリー層120、121との間で交換結合を生じさせてもよい。磁区制御膜23、24の上には、リード導体膜21、22がそれぞれ成膜されている。リード導体膜21、22は、スピバルブ膜1の導電膜122にセンス電流を流すために備えられている。

【0027】

ピンド層123が、反強磁性膜124との交換結合により、一方向に磁化されている状態で、外部磁界が印加された場合、フリー層120、121の磁化方向が外部磁界の強さに応じて、ある角度だけ回転する。スピバルブ膜1の抵抗値は、ピンド層123の磁化方向に対するフリー層120、121の磁化方向の角度によって定まる。このときの抵抗変化に応じたセンス電流の変化から、外部磁界が検出される。

【0028】

図2は本発明に係る製造方法が適用されるスピバルブ膜の他の例を模式的に示す断面図である。図2において、図1に図示された構成部分と同一の構成部分については、同一の参照符号を付してある。図2に示されたスピバルブ膜の特徴は、下地膜126の上に反強磁性膜124が隣接し、反強磁性膜124の上に第2の強磁性膜123によるピンド層123が隣接していること、ピンド層123に導電膜122が隣接し、導電膜122にフリー層121、120（第1の強磁性膜）が隣接するように積層されていることである。

【0029】

本発明は、図 1、図 2 に示したような積層膜構造を有するスピバルブ膜 1 の成膜に当たり、前後する 2 つの成膜プロセスのうち、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、成膜プロセスを、少なくとも 1 回、所定時間中断する工程を含む。図 1 の場合、成膜プロセスの中断の選択タイミングに関して、具体的には次のような選択肢がある。

- (a) 下地膜 1 2 6 を成膜した後、第 1 のフリー層 1 2 0 を成膜するまでの間、
- (b) 第 1 のフリー層 1 2 0 を成膜した後、第 2 のフリー層 1 2 1 を成膜するまでの間、
- (c) 第 2 のフリー層 1 2 1 を成膜した後、導電膜 1 2 2 を成膜するまでの間、及び、
- (d) 導電膜 1 2 2 を成膜した後、ピンド層 1 2 3 を成膜するまでの間。

【 0 0 3 0 】

上述した選択肢 (a) ~ (d) の 1 つもしくは複数を選択し得る。選択肢 (a) ~ (d) から選択された 1 つを、複数回実行してもよい。

【 0 0 3 1 】

また、図 2 のスピバルブ膜の場合は次のような選択肢がある。

- (e) ピンド層 1 2 3 を成膜した後、導電膜 1 2 2 を成膜するまでの間、
- (f) 導電膜 1 2 2 を成膜した後、第 2 のフリー層 1 2 1 を成膜するまでの間、
- (g) 第 2 のフリー層 1 2 1 を成膜した後、第 1 のフリー層 1 2 0 を成膜するまでの間。

【 0 0 3 2 】

図 2 のスピバルブ膜の場合も、選択肢 (e) ~ (g) の 1 つもしくは複数を選択し得る。選択肢 (e) ~ (g) から選択された 1 つを、複数回実行してもよい。

【 0 0 3 3 】

上記製造方法によれば、スピバルブ膜 1 の異方性磁界 H_k が、従来の連続成膜法によって得られる異方性磁界 H_k と比較して低くなる。異方性磁界 H_k が低くなると、当該スピバルブ膜を、例えば、薄膜磁気ヘッドの読み取り素子として用いた場合、読み取り信号が大きくなることが解った。

【 0 0 3 4 】

図 3 は成膜プロセス中断タイミングと異方性磁界 H_k との関係を示すグラフである。図 3 の横軸に「連続成膜」と表示されているのは、従来の連続成膜法によってスピバルブ膜を成膜したことを示す。

【 0 0 3 5 】

「下地膜－第 1 のフリー層」と表示されているのは、下地膜 1 2 6 を成膜した後、第 1 のフリー層 1 2 0 を成膜するまでの間、成膜プロセスを中断し、この中断を経てスピバルブ膜を成膜したことを示す。

【 0 0 3 6 】

「第 1 のフリー層－第 2 のフリー層」を表示されているのは、第 1 のフリー層 1 2 0 を成膜した後、第 2 のフリー層 1 2 1 を成膜するまでの間、成膜プロセスを中断し、この中断を経てスピバルブ膜を成膜したことを示す。

【 0 0 3 7 】

「第 2 のフリー層－導電膜」と表示されているのは、第 2 のフリー層 1 2 1 を成膜した後、導電膜 1 2 2 を成膜するまでの間、成膜プロセスを中断し、この中断を経てスピバルブ膜を成膜したことを示す。

【 0 0 3 8 】

「導電膜－ピンド層」と表示されているのは、導電膜 1 2 2 を成膜した後、ピンド層 1 2 3 を成膜するまでの間、成膜プロセスを中断し、この中断を経てスピバルブ膜を成膜したことを示す。

【 0 0 3 9 】

成膜プロセスの中断を伴う何れの場合も、中断時間は 2 0 分とした。成膜プロセスの中断は、基板（ウエハ）をスパッタ成膜用真空チャンバ内に配置したままで行った。但し、別の真空チャンバ内に入れてもよい。成膜プロセスの中断、真空度は、成膜時に要求される値（ 1.0×10^{-6} Pa 以下）に保った。

【 0 0 4 0 】

図 3 の縦軸には、各成膜プロセスによって得られたスピバルブ膜の異方性磁界 H_k (Oe) を示してある。

【 0 0 4 1 】

図 3 に示すように、従来の連続成膜法によって製造されたスピバルブ膜では、16 (Oe) の異方性磁界 H_k が得られている。これに対して、本発明に係る製造方法に従い、成膜プロセスを中断して得られたスピバルブ膜では、異方性磁界 H_k が、従来の 16 (Oe) から 10 ~ 12 (Oe) に低下している。

【 0 0 4 2 】

図 4 はスピバルブ膜を薄膜磁気ヘッドの読み取り素子として用いた場合における異方性磁界 H_k (Oe) と読み取り信号出力 (mV) との関係を示す図である。図 4 に示すように、スピバルブ膜の異方性磁界 H_k が低くなると、読み取り信号出力が大きくなる。

【 0 0 4 3 】

従来の連続成膜法によって得られるスピバルブ膜の場合、図 3 のデータによれば、異方性磁界 H_k が 16 (Oe) である。この異方性磁界 H_k の値を、図 4 に移して見ると、読み取り信号出力は約、1.2 (mV) となる。

【 0 0 4 4 】

これに対して、本発明に係る製造方法に従い、成膜プロセスを中断して得られたスピバルブ膜では、図 3 のデータによれば、異方性磁界 H_k が 10 ~ 12 (Oe) の範囲に低下している。この異方性磁界 H_k の値を、図 4 に移して見ると、読み取り信号出力は約、1.3 (mV) となる。即ち、従来よりも高い読み取り信号出力が得られる。

【 0 0 4 5 】

別の方法として、前後する 2 つの成膜プロセスのうち、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、少なくとも 1 回、成膜を伴わないプラズマ中に曝す工程を含んでいてもよい。この方法によれば、非常に短い処理時間で、スピバルブ膜の異方性磁界を、必要なレベルまで低下させることができる。基板を、プラズマ中に曝す場合、スパッタ成膜用真空チャンバを用いてもよいし、別の真空チャンバを用いてもよい。

【 0 0 4 6 】

処理時間の短縮に有効な別の方法としては、前後する 2 つの成膜プロセスのうち、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、成膜用真

空チャンバよりも低い真空度の別真空チャンバ内に入れる方法もある。チャンバ間移送の際に、基板が大気開放状態にならないようにする。

【0047】

図5は処理方法と異方性磁界H_kとの関係を示すグラフである。図5の横軸に「連続成膜」と表示されているのは、従来の連続成膜法によってスピバルブ膜を成膜したことを示す。

【0048】

「低真空処理」と表示されているのは、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、スパッタ成膜用真空チャンバよりも低い真空度の別真空チャンバ内に入れたことを示している。具体的には、真空度 10^{-6} Pa以下のスパッタ成膜用真空チャンバ内で下地膜126を成膜した後、第1のフリー層120を成膜する前、基板を、スパッタ成膜用真空チャンバよりも低い真空度 $10^{-5} \sim 10^{-6}$ Paの別真空チャンバ内に10秒間入れ、その後に、スパッタ成膜用真空チャンバに戻し、第1のフリー層120を成膜した。処理時間は、10秒に限定されない。それ以上の時間であってもよいし、それ以下の時間であってもよい。

【0049】

「プラズマ処理」と表示されているのは、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、1回、成膜を伴わないプラズマ中に曝したことを示している。具体的には、スパッタ成膜用真空チャンバ内で下地膜126を成膜した後、第1のフリー層120を成膜する前、スパッタ成膜用真空チャンバのターゲット用シャッタを閉じ、30秒間、プラズマに曝した。その後、第1のフリー層120を成膜した。処理時間は、30秒に限定されない。それ以上の時間であってもよいし、それ以下の時間であってもよい。

【0050】

図5に示すように、従来の連続成膜法によって製造されたスピバルブ膜では、異方性磁界H_kが16(Oe)であるのに対して、低真空処理及びプラズマ処理を経て得られたスピバルブ膜では、異方性磁界H_kが8(Oe)に低下している。

【 0 0 5 1 】

図 4 を参照すると、異方性磁界 H_k が 1 6 (Oe) である従来スピバルブ膜の場合、読み取り信号出力は約、1. 2 (mV) となるのに対し、低真空処理及びプラズマ処理を経て得られ、異方性磁界 H_k が約 8 (Oe) であるスピバルブ膜では、読み取り信号出力は約 1. 3 5 (mV) になっており、高い読み取り信号出力が得られている。

【 0 0 5 2 】

しかも、異方性磁界 H_k を約 8 (Oe) まで低下させるのに、低真空処理の場合は 1 0 秒、プラズマ処理の場合は約 3 0 秒の処理時間で済むので、プロセスに要する時間を著しく短縮できる。

【 0 0 5 3 】

処理時間の短縮に有効な別の方法として、前後する成膜プロセスのうち、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、成膜用真空チャンバよりも H_2O 濃度または O_2 濃度の高い別真空チャンバ内に入れる方法もある。具体的には、スパッタ成膜用真空チャンバ内で下地膜 1 2 6 を成膜した後、第 1 のフリー層 1 2 0 を成膜する前、成膜用真空チャンバよりも H_2O 濃度または O_2 濃度の高い別真空チャンバ内に、例えば 1 0 秒～3 0 秒間入れ、その後に、スパッタ成膜用真空チャンバに戻し、第 1 のフリー層 1 2 0 を成膜する。

【 0 0 5 4 】

処理時間の短縮に有効な更に別の方法としては、前後する 2 つの成膜プロセスのうち、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、 H_2O または O_2 が 1 p p m 以上含まれるガスにより表面処理を行う方法もある。具体的には、スパッタ成膜用真空チャンバ内で下地膜 1 2 6 を成膜した後、第 1 のフリー層 1 2 0 を成膜する前、基板を、スパッタ成膜用真空チャンバから別のチャンバに入れ、 H_2O または O_2 が 1 p p m 以上含まれるガスにより表面処理を行う。処理時間は、例えば 1 0 秒～3 0 秒間である。その後に、スパッタ成膜用真空チャンバに戻し、第 1 のフリー層 1 2 0 を成膜する。別真空チャンバを用いることなく、スパッタ成膜用真空チャンバを用いて、プロセスを実行することができる。

【0055】

処理時間の短縮に有効な更に別の方法としては、前後する2つの成膜プロセスのうち、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、プロセスガスを流しながら、所定時間放置する。具体的には、スパッタ成膜用真空チャンバ内で下地膜126を成膜した後、第1のフリー層120を成膜する前、基板を、スパッタ成膜用真空チャンバから別のチャンバに入れ、プロセスガスを流しながら、所定時間放置する。処理時間は、例えば10秒～30秒間程度でよい。その後に、スパッタ成膜用真空チャンバに戻し、第1のフリー層120を成膜する。別真空チャンバを用いることなく、スパッタ成膜用真空チャンバを用いて、プロセスを実行することができる。

【0056】

処理時間の短縮に有効な何れの処理方法においても、その適用タイミングについては、成膜プロセスの中断に関して具体的に述べた選択肢(a)～(g)がある。選択肢(a)～(g)の1つもしくは複数を選択し得る。選択肢(a)～(g)から選択された1つを、複数回実行してもよい。更に、上述した処理方法のいくつ課を組み合わせてもよい。

【0057】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、薄膜磁気ヘッドの読み取り素子として用いた場合に、高い読み取り信号出力を得ることができるスピバルブ膜を製造する方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

スピバルブ膜の構造を模式的に示す図である。

【図2】

スピバルブ膜の構造の別の例を模式的に示す図である。

【図3】

成膜プロセス中断タイミングと異方性磁界H_kとの関係を示すグラフである。

【図4】

スピバルブ膜を薄膜磁気ヘッドの読み取り素子として用いた場合における異方性磁界 H_k (Oe) と読み取り信号出力 (mV) との関係を示す図である。

【図 5】

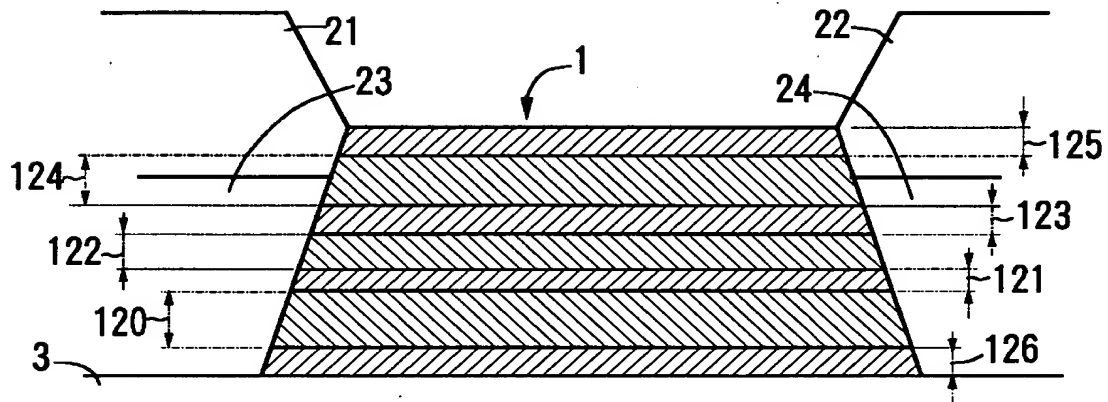
処理方法と異方性磁界 H_k との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

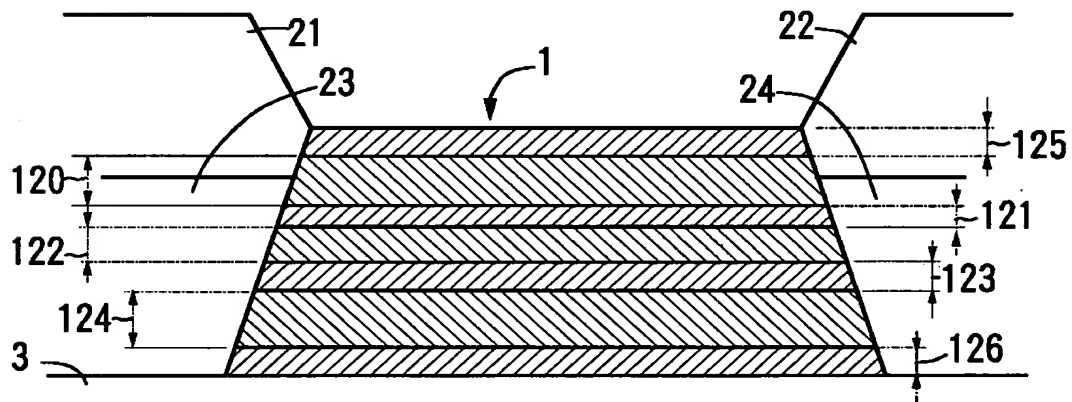
1	スピバルブ膜
1 2 0	第 1 の強磁性膜 (第 1 のフリー層)
1 2 1	第 1 の強磁性膜 (第 2 のフリー層)
1 2 2	導電膜
1 2 3	第 2 の強磁性膜 (ピンド層)
1 2 4	反強磁性膜
1 2 6	下地膜

【書類名】 図面

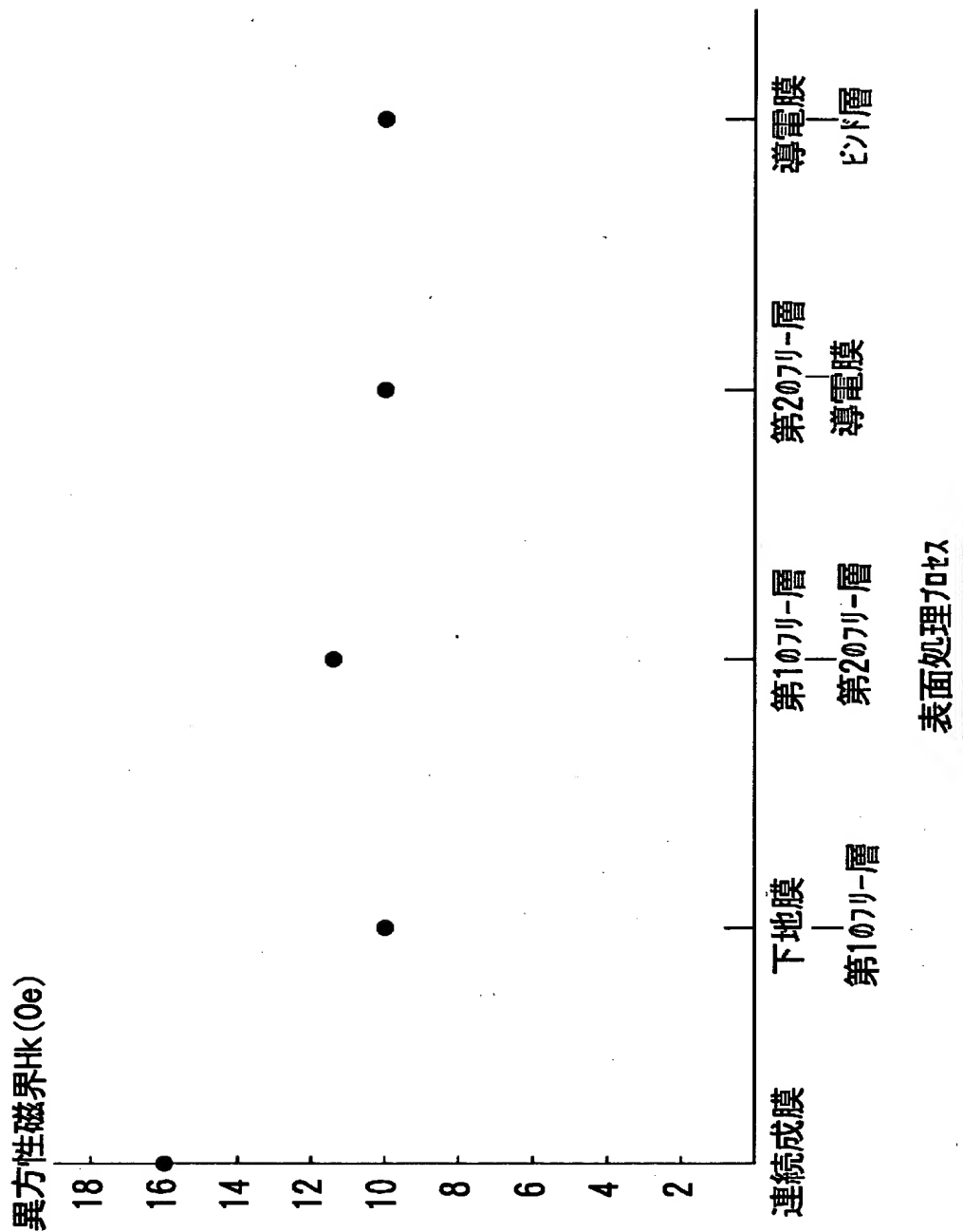
【図 1】



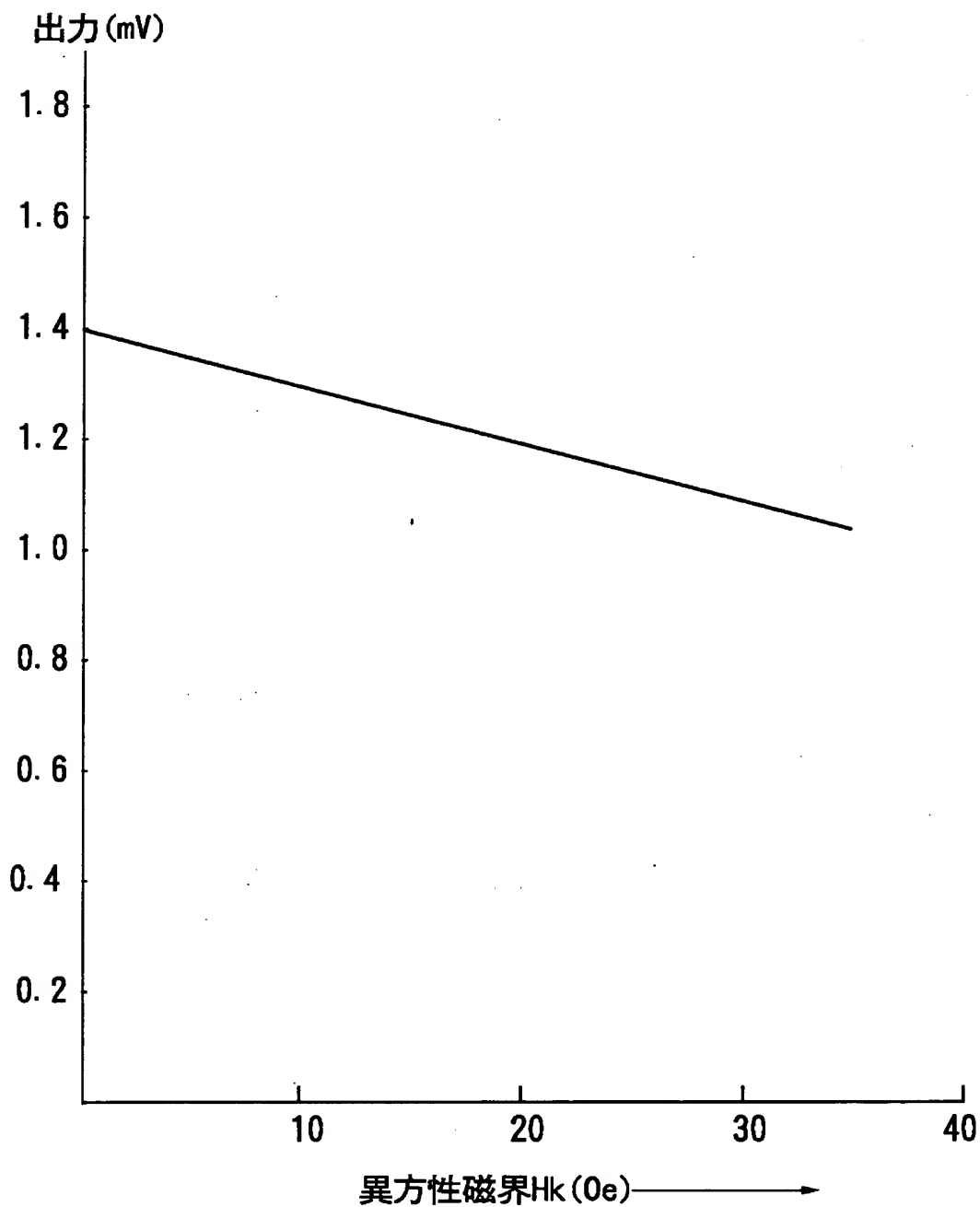
【図 2】



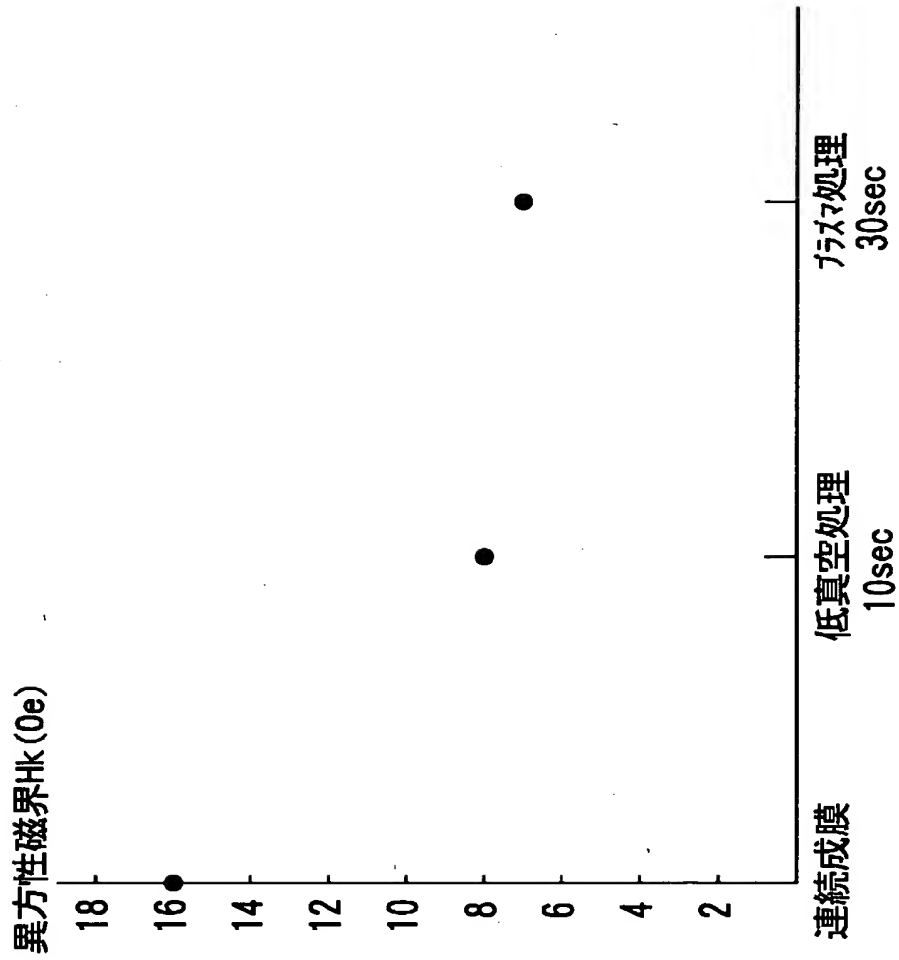
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 薄膜磁気ヘッドの読み取り素子として用いた場合に、高い読み取り信号出力を得ることができるスピバルブ膜の製造方法を提供する。

【解決手段】 スピバルブ膜 1 を成膜する工程において、前後する 2 つの成膜プロセスのうち、先行成膜プロセスを終了した後、後続成膜プロセスを実行する前、成膜プロセスを、少なくとも 1 回、所定時間中断する工程、プラズマ中に曝す工程、低真空度の別真空チャンバ内に入れる工程、高 H_2O 濃度または O_2 濃度の真空チャンバ内に入れる工程、 H_2O または O_2 が 1 p p m 以上含まれるガスにより表面処理を行う工程、または、プロセスガスを流しながら、所定時間放置する工程を含む。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003067]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都中央区日本橋1丁目13番1号

氏 名 ティーディーケイ株式会社